

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**

**HORNICKO-GEOLOGICKÁ FAKULTA**

**INSTITUT HORNICKÉHO INŽENÝRSTVÍ A BEZPEČNOSTI**

## **BAKALÁŘSKÁ P R Á C E**

OSTRAVA 2009

Stanislav Ritter

**VŠB -TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**  
Hornicko-geologická fakulta  
Institut hornického inženýrství a bezpečnosti

**Problematika budování zářezů při ČPHZ na přeložce komunikace  
I/38**

Problems of cuttings construction at activity transaction mining a way on transfer  
communication I/38

Vedoucí diplomové práce:

Doc. Milan Mikoláš PhD

Datum zadání:

31. 10. 2008

Datum odevzdání:

30. 4. 2009

**OSTRAVA 2009**

**Stanislav Ritter**

Zásady vypracování a hodnocení diplomové práce,  
studijní obor „Hornické inženýrství“

1. Student vypracovává diplomovou práci samostatně, což vyjádří v čestném prohlášení, které podepíše a které je součástí diplomové práce. V diplomové práci se vyjadřuje stručně, technicky, slohově i gramaticky správně, překlepy nebo chyby v tisku musí být opraveny.
2. Diplomová práce se odevzdává ve dvou kompletních vyhotoveních vedoucímu diplomové práce a 1 práci vyhotoví posluchači pro sebe. Na vnitřní straně zadní desky bude vlepena kapsa na umístění vložených příloh a na vložení datového nosiče (CD-ROM nebo DVD-ROM) s vypáleným textem práce. Datový nosič je povinnou přílohou každé práce.
3. Všechny výtisky musí být knihařsky vázány v pevných deskách. Na deskách musí být:  
VŠB-TU Ostrava  
Hornicko-geologická fakulta  
Institut hornického inženýrství a bezpečnosti  
Diplomová práce:  
Ostrava 2007      Jméno diplomanta
4. Vyžaduje se následující uspořádání práce:
  - zadání diplomové práce nebo jeho kopie,
  - zásady zpracování diplomové práce,
  - místopřísežné prohlášení,
  - obsah,
  - anotace s cíli práce v Čj a pod ní na stejné straně anotace v Aj či Nj, ev. Rj,
  - textová část práce ve stanoveném rozsahu,
  - bibliografická citace podle platných norem ČSN ISO 5966 (Formální úprava vědeckých a technických zpráv) a ČSN ISO 690 (Bibliografické citace)  
(příkl. KRYL, V. a kol.: *Povrchové dobývání ložisek*. ES VŠB-TU Ostrava, Ostrava 1997, ISBN 80-7078-396-6),
  - seznam tabulek, obrázků a příloh,
  - v případě nutnosti se uvádí seznam použitých symbolů.Seznam literatury, tabulek, obrázků, příloh a použitých symbolů – stránky se nečíslují. Grafické přílohy budou umístěny v chlopních nebo kapse v zadní straně vazby práce.
5. Místopřísežné prohlášení musí být na zvláštním listě papíru v jeho spodní polovině a vlastnoručně podepsáno s udáním data odevzdání diplomové práce. Má uvedené znění: „Místopřísežně prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci vypracoval samostatně“. Pokud student použil některých příloh organizace, u které diplomovou práci zpracoval, je povinen tuto okolnost doplnit do tohoto prohlášení ve formulaci: „Přílohy č. ...., dané mi k dispozici, jsem samostatně doplnil“.
6. Diplomovou práci je nutno psát strojem s normálními typy po jedné straně bílého papíru formátu A4, resp. formou počítačového výstupu. Text s perličkovými typy je

možno použít pouze u velkých tabulek nebo příloh. Technické (odborné) výrazy musí odpovídat normám ČSN, resp. ISO. Všechny propočty musí být uspořádány tak, aby každý odborník mohl bez obtíží přezkoušet jejich správnost. U vzorců, průběžně v textu číslovaných (1), (2), ..., součinitelů a hodnot přejímaných z praxe, musí být uvedeny odvolávky na literární pramen uvedený v seznamu literatury. Důležité údaje nebo závěry, které byly přejaty z literatury, musí student rovněž citovat odkazem na příslušný literární pramen (v hranatých závorkách). Doslovné citace odstavců se musí v diplomové práci vyznačit zřetelně uvozovkami.

Pro jednotnost psaní dodržujte následující zásady:

- od levého okraje stránky 3,5 cm,
- od pravého okraje stránky 2 cm,
- horní a spodní okraj stránky 3 cm,
- velikost písma běžného textu 12 (typ písma: Times New Roman nebo Arial),
- text zarovnat do bloku,
- řádkování 1-1,5,
- stránky musí být průběžně číslovány,
- tisk práce se provádí výhradně jednostranně
- záhlaví a zápatí práce: v záhlaví může být uvedeno jméno a příjmení a zkrácený název práce, v zápatí rok, a číslo stránky (není podmínkou zpracování práce).

7. Grafické přílohy, opatřené rohovým razítkem 100 x 50 mm v pravém rohu dole, musí být složeny na formát A4 a zhotoveny podle důlně-měřického předpisu s použitím smluvených důlních značek.
8. Diplomovou práci je nutno odevzdat ve stanoveném termínu odevzdání. Nebude-li diplomová práce po formální stránce odpovídat podmínkám uvedeným v těchto zásadách, nemůže být vedoucím diplomové práce přijata.
9. Vedoucí diplomové práce hodnotí a klasifikuje diplomovou práci studenta podle zkušebního řádu HGF, hodnocení odevzdá vedoucímu institutu. Oponent diplomové práce vypracuje posudek ve třech vyhotoveních, v němž ji hodnotí a klasifikuje podle zkušebního řádu HGF, posudek odevzdá vedoucímu institutu. Vedoucí institutu umožní studentovi nejpozději tři dny před termínem konání závěrečné zkoušky, aby se seznámil s hodnocením vedoucího diplomové práce a s posudkem oponenta.

CSc.

inženýrství

Prof. Ing. Pavel P r o k o p,

vedoucí      Institutu      hornického  
a bezpečnosti

V Ostravě-Porubě 31.10.2007

## **Prohlašuji, že**

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. autorský zákon, zejména § 35 - využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 - školní dílo
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst.3)
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona
- bylo sjednáno, že užít své dílo - diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 30.4. 2009

Bydliště: Nádražní 421  
439 82 Vroutek

.....

### Místopřísežné prohlášení

Místopřísežně prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci vypracoval samostatně.  
Přílohu č. 1, danou mi k dispozici, jsem samostatně doplnil.

V Ostravě 30.4. 2009

.....

## **Anotace**

V případě, že při výstavbě komunikací není možné dodržet požadovaný podélný profil komunikace kopírováním stávajícího terénu, je nutné budovat násypy nebo odtěžovat zářezy. Pokud je hornina budoucího zářezu komunikace klasifikována jako hornina se obtížnou rozpojitelností, musí se přistoupit k jejímu rozrušení trhavinou. Pokud má tento zářez procházet zastavěnou oblastí, náročnost projektu se ještě zvětšuje o nutnost zohledňování potřeb a požadavků obyvatel žijících v okolí stavby. Tato práce je zaměřena na problematiku budování zářezu silnice první třídy z Debře do Mladé Boleslavi, kde byly použity trhaviny jak pro odstřel horniny, tak i pro dotvarování svahů do požadovaných sklonů.

Klíčová slova: trhaviny, výstavba komunikací, zářezy, násypy, svahy

## **Annotation**

In case of impossibility to observe demanded lengthwise profile during building of thoroughfares by copying of the present grounds it is necessary to build causeways or to exploit cuttings. If the rock of the future cutting of the thoroughfare is classified as a rock with the difficult disintegration we must proceed to breaking the rock by using explosives. If this cutting goes through a build up area exacting character of the project further increases by the necessity for the consideration of civil needs and demands in the neighborhood region. This work concentrates on building of the road from Debř to Mladá Boleslav where the explosives were used both for blasting off the rocks as for the final forming of the demanded slopes.

Keywords: explosives, building of thoroughfares, cuttings, causeways, slopes

## **OBSAH**

Úvod .....	9
1. Použití trhacích prací v současnosti .....	9
2. Základní rozdělení výbušnin.....	11
3. Problematika trhacích prací v silničním stavitelství.....	12
3.1. Přípravné práce, geologický průzkum a pasportizace.....	13
3.2. Projekt těžebních plošných odstřelů.....	16
3.3. Monitorování vlivu odstřelů na okolní zástavbu.....	17
4. Výpočtová část.....	18
4.1. Výpočty jednotlivých náloží.....	18
4.2. Určení roznětu náloží.....	21
4.3. Ochrana roznětu před účinky cizí elektrické energie.....	21
5. Bezpečnost práce a technologický postup.....	22
5.1. Technologický postup.....	23
5.2. Selhávka .....	25
5.3. Pravidla pro zacházení s výbušninami.....	26
5.4. Ohlášení odstřelu, přípravné práce a vlastní odstřel.....	27
5.5. Určení manipulačního prostoru.....	29
5.6. Bezpečnostní okruh a jeho vyklizení.....	29
6. Zemní práce.....	32
6.1. Základní rozdělení zemních prací.....	32
6.2. Optimalizace strojní soustavy.....	32
6.3. Rozdělení zemních prací z hlediska tvaru výkopu.....	33
6.4. Rozdělení zemních prací z hlediska intenzity.....	33
6.5. Doprava vytěžené zeminy.....	34
6.6. Technologie provádění zemních prací.....	35
6.7. Doprava výkopku.....	37
6.8. Budování násypů a rekultivace záplavového území.....	37
Závěr.....	38
Seznam použité literatury	
Seznam tabulek, obrázků a příloh	



## **Úvod**

Trhací práce jsou i z historického hlediska jedním z nejvýznamnějších procesů při rozpojování horninového masívu ať v hornictví nebo ve stavebnictví. K trhacím pracím se přistupuje v případě, že hornina, kterou je nutné rozpojit, dosahuje takových pevností, že není možné použít běžné těžební prostředky. I když se technologie strojního rozpojování zemin neustále vyvíjí a zlepšuje, stále existují materiály, které bez použití trhavin představují nepřekonatelnou překážku. V této práci bych se rád věnoval použití trhacích prací při budování zářezů a následně prováděným zemním pracím během výstavby přeložky komunikace mezi Debří a Mladou Boleslaví.

## **Použití trhacích prací v současnosti**

Trhací práce jsou stále nejběžnějším způsobem rozpojování těženého užitkového nerostu i průvodních hornin v hlubinném hornictví i přesto, že byly do dolů zavedeny razící stroje a při rozpojování samotného uhlí v porubech se dnes především používají pluhy a kombajny.

U lomového dobývání uhlí jsou trhací práce doplňkovou technologií při odtěžování velmi tvrdých skrývkových zemin a v místech velkých rypných odporů i v některých částech samotné uhelné sloje. S rostoucí hloubkou uložení se zvyšují pevnostní vlastnosti hornin a velkostroje nejsou schopny překonávat rostoucí rypné odpory nadložních hornin. Zvyšuje se také náchylnost nadložních hornin ke kusovitosti souvislých nebo jen místních tvrdých poloh o různé mocnosti, které zvyšují náklady na provoz a údržbu velkostrojů z hlediska spotřeby energie, poruchovosti a opotřebení komponentů. Při použití trhacích prací klesá spotřeba elektrické energie pro pohon kola a zvyšuje se životnost korečků.

V povrchových uhelných lomech se většinou používají nátrásné trhací práce pomocí řadových plošných odstřelů. U uhlí je při použití trhacích prací jedním z nejdůležitějších faktorů dosažení správné fragmentace. Této fragmentace se

dosáhne správnou volbou rozteče vývrtů, kdy jsou vývrty uspořádány do jedné nebo tří řad se šachovnicovým rozdělením. Optimální vzdálenost vývrtů byla prokázána tři až pět metrů při průměru vývrtů sto až sto padesát milimetrů. V českých hnědouhelných revírech se většinou pro svou nízkou cenu používají trhavin typů DAP, které mají ovšem nízkou vodovzdornost. V poslední době se i zde začínají uplatňovat trhavin tekutého typu. U těchto trhavín je velkou výhodou, že mohou být dopraveny až na místo odstřelu v tekutém stavu v nabíjecím voze, tím odpadá i vybavování vozů ADR, a zde může být pomocí nabíjecího vozu provedeno nabití. Omezením pro použití trhacích prací je vždy ohrožení bezpečnosti pracovníků, možnost poškození těžebních strojů a objektů v provozech i mimo ně.

V kamenolomech jsou trhací práce mnohem častěji používaným způsobem rozpojování horniny. Z hlediska způsobu provedení lze rozlišit tři různé typy používaných odstřelů:

1. komorové odstřely
2. clonové odstřely
3. plošné odstřely

Komorové odstřely se v současnosti již téměř nepoužívají. Jejich nevýhodou je nerovnoměrná kusovost horniny, potřeba vyražení štol a komor pro nálože a nemožnost selektivní těžby. Postupuje se tak, že se jednotlivé komory zaplní trhavinou a ústí štoly se neprodyšně uzavře. Poté je proveden vlastní odstřel.

Clonové odstřely jsou charakterizovány vrty rovnoběžnými se sklonem lomové stěny. Vrty jsou uspořádány v jedné až třech řadách v pravidelných roztečích.

Za plošné odstřely jsou považovány odstřely náloží nejméně ve čtyřech řadách. Obvykle jsou vyvrtány vrty kolmé k volné stěně o hloubce deset až dvanáct metrů.

Jak plošné, tak i clonové odstřely mají výhodu v možnosti selektivního dobývání a v možnosti dosažení rovnoměrné kusovitosti odstřelené horniny.

Poslední dva jmenované způsoby se uplatňují i v dopravním stavitelství při odtěžování zářezů v horninách s vysokou třídou rozpojitelnosti.

## **Základní rozdělení výbušnin**

Jako výbušninu uvažujeme každou látku schopnou chemického výbuchu. Podle způsobu vyvolání výbuchu můžeme výbušniny rozdělit na výbušniny:

- přímé, jež jsou přivedeny k výbuchu jednoduchým podnětem, například nárazem nebo třením
- nepřímé, které jsou odpalovány za pomoci většího množství energie, většinou výbuchem přímé výbušniny.

Jako prostředky trhavých prací poté označujeme:

- průmyslové trhaviny
- rozněcovadla
- pomůcky k využití výbušnin

V současnosti se nejvíce používají tak zvané trhaviny průmyslové, které povětšinou svým charakterem spadají mezi trhaviny nepřímé. K jejich iniciaci je nutný počáteční impuls, což je obvykle výbuch rozněcovadla.

Dále je možné trhaviny rozdělit na :

- povrchové
- důlní, které lze dále rozdělit na protiprachové a protiplynové první až třetí kategorie
- pro zvláštní použití

Základním kritériem při dělení na povrchové a důlní trhaviny je kyslíková bilance, kdy je pro důlní trhaviny zásadní rovnovážná nebo mírně aktivní bilance, což je mírný přebytek kyslíku uvažovaný pro shoření obalu trhaviny. Toto je důležité zejména z důvodu dosažení minimálního požadovaného znečištění důlního ovzduší.

Z hlediska konsistence jsou potom trhaviny:

- plastické
- kapalné
- pevné
- sypké
- emulzní

Pro povrchové odstřely se většinou používají trhaviny volně sypané nebo pytlované, popřípadě válcové velkopřůměrové náložky. Obalem je většinou PVC nebo papír impregnovaný parafínem. Používají se balení, která svým průměrem odpovídají běžně používaným typům vrtacích souprav. Při důlních pracích se kromě velkopřůměrových náložek používají také náložky malopřůměrové s průměrem menším než padesát milimetrů. Tekuté trhaviny se dopravují na místo určení v kanystrech nebo jiných nádobách.

Pro snazší rozlišení jednotlivých trhavin se provádí i barevné rozlišení obalů, kdy povrchové trhaviny mají žlutou barvu obalu, důlní skalní červenou, důlní bezpečné protiprachové barvu modrou, protiplynové první kategorie jsou bílé atd.

## **Problematika trhacích prací v silničním stavitelství**

I v silničním stavitelství je někdy nezbytné použít k narušení hornin trhavin. Pokud zářezy sestávají z hornin s vysokou třídou rozpojitelnosti, přistupuje se při těžbě k rozpojení hornin pomocí trhacích prací. Jedním z těchto případů bylo i budování komunikace I/38 Debř- Mladá Boleslav, který byl realizován firmou Strabag a.s.

Pokud je nutné k těmto pracím přistoupit, je nutné vždy počítat s většími náklady na vybudování takového úseku a s větším zatížením obyvatelstva žijícím v bezprostředním okolí stavby otřesy, hlukem a prašností. Cílem firmy Strabag a.s. bylo tyto negativní vlivy omezit na minimální možnou míru a proto byla před zahájením prací i v jejich průběhu dodržována přísná bezpečnostní a hygienická opatření, která zátěž obyvatel velmi snížila.

Těžba tohoto zářezu se svým objemem nad 100000m<sup>3</sup> spadala do činností prováděných hornickým způsobem a proto musely být, kromě požadavků na kvalitu prací stavebních, splněny i všechny požadavky, které vymezují zákony a vyhlášky, které souvisejí s takto prováděnými pracemi.

## **Přípravné práce, geologický průzkum a pasportizace**

Před zahájením stavebních prací byl proveden geologický průzkum, který určil geologické podmínky v oblasti zamýšleného zářezu. Geologické poměry v lokalitě byly podle podrobného geotechnického průzkumu provedeného v rámci vypracování dokumentace k povolení stavby následující: skalní podloží na stavbě mělo být tvořeno křídovými, vápnitými, slinitými, kaolinitickými, jílovitými pískovci středně turonského stáří. Zářez o hloubce až dvaceti čtyř metrů měl být prováděn v navětralých až zdravých pískovcích. Pokryvné útvary měly být tvořeny písčitými svahovými hlínami charakteru hlinitých a jílovitých písků se štěrkem, místy překrytými sprašemi. Ve spodní části byly zaznamenány navážky z popelu. Hladina podzemní vody nebyla provedenými vrty zastižena.

Před vlastní realizací byl proveden na základě požadavku investora doplňující geotechnický průzkum. Tento průzkum provedený dalšími jádrovými vrty, potvrdil charakter mírně zvětralých pískovců s nepravidelným střídáním silně zvětralých poloh a s místy s nepravidelným zastoupením poloh zcela zvětralých a také navětralých. Jednalo se o masivní horninu uloženou v horizontálních lavicích nepravidelné mocnosti. (*viz. příl. č. 1.*) Pevnost v tlaku byla určena zhruba na sto čtyřicet megapascalů, objemová hmotnost asi dva a půl tisíce kilogramů na metr krychlový. Navíc se upřesnilo lokální nepravidelné zastoupení porušených ploch, ze kterých by se mohly uvolňovat a vypadávat úlomky a kameny. Z uvedeného důvodu bylo nutné počítat navíc se sanačními opatřeními pro zabezpečení těchto ploch svahu zářezu. Vrty také sloužily k upřesnění třídy těžitelnosti hornin a k lepšímu posouzení návrhu trhacích prací a plánování nasazení mechanismů k odtěžení horniny.

Před započítáním trhacích a stavebních prací byla provedena pasportizace všech objektů, které mohly být stavbou dotčeny. Dle posudku znalce byly veškeré objekty vzhledem ke svému stavu zařazeny do kategorie B dle ČSN 730040 jako objekty bytové, občanské, průmyslové nebo zemědělské výstavby, dle stavu jako běžné cihelné stavby, izolované nebo řadové domky s půdorysnou plochou do dvě stě metrů čtverečních, nejvýše o třech podlažích. Na všech objektech byly shledány škody způsobené povětrnostními vlivy, zemní vlhkostí nebo

konstrukčními závadami. Z hlediska hladiny podzemní vody byly všechny objekty dle výše uvedené normy zařazeny do kategorie B, tedy do kategorie s hladinou podzemní vody více než tři metry pod základovou spárou. Podle geotechnických vlastností horninového prostředí byly objekty dle této normy zařazeny do kategorie a, tedy do hornin s tabulkovou výpočtovou únosností menší nebo rovné 0,15 Mpa. Vzhledem k těmto zjištěným skutečnostem musela být úroveň otřesů způsobených ať již trhacími pracemi nebo následnou výstavbou velmi malá. Pro ohrožené objekty s předpokládanou dynamickou odezvou v okolí místa provádění trhacích prací nemohlo dojít ke vzniku škod podle normy ČSN 730040, pokud by nebyla překročena rychlost kmitání v závislosti na frekvenci kmitání a stavu stavebního objektu dle *tabulky č.1*. Z tabulky vyplývá, že stanovená rychlost kmitání by pro tyto objekty měla dosáhnout maximálně patnácti milimetrů za sekundu.

Nejvyšší přípustná hladina hluku, který je v případě trhacích prací posuzován jako hluk vysoce impulsní, byla stanovena geotechnikem stavby přepočtem podle přílohy číslo 6 vládního nařízení 502/2002 Sb. na padesát tři decibelů. Pro provádění trhacích prací v době mezi sedmou hodinou ranní a dvacátou první hodinou večerní, kdy byly prováděny všechny práce, byla tato hodnota navýšena při dvou odstřelech za den na hodnotu devadesáti čtyř decibelů.

Po provedení pasportizace bylo zahájeno odtěžování ornice a provádění skrývky hornin, které bylo možné odtěžit běžnou mechanizací používanou v silničním stavitelství pro zemní práce. Technologií zemních prací se budu podrobněji zabývat v části týkající se odtěžování rozpojené horniny a proto se nyní budu věnovat geologické situaci staveniště.

Při odtěžování skrývky bylo zjištěno, že geologická situace v místě prováděných trhacích prací se v části přilehlé k výstavbě liší od projektu. Současně bylo konstatováno, že pod svahem zastavěném bytovými objekty je kanalizační stoka, jejímž vybudováním byla zřízena plocha diskontinuity, která by mohla negativně ovlivňovat šíření přímých podélných vln způsobených odstřelem. Tato kanalizace byla následně zaměřena, včetně hloubky.

Po provedení skrývek bylo provedeno nové zaměření reliéfu skalních hornin a na základě toho byla upravena dokumentace trhacích prací. Byl také proveden zkušební odstřel, který byl dimenzován jako třířadový na sesutí. Parametry

zkušebního odstřelu byly stanoveny autorizovaným geotechnikem. Výsledky zkušebního odstřelu musely být měřeny a vyhodnocovány na nejméně deseti stanovištích a dvěma nezávislými experty. Tento zkušební odstřel byl za splnění těchto podmínek povolen obvodním báňským úřadem.

Při jeho provedení, i při provádění všech následujících odstřelů, muselo být místo odstřelu zakryto takovým způsobem, aby nedocházelo k rozletu rozpojovaného materiálu mimo bezpečnostní okruh. Zakrytí bylo prováděno pomocí netkané textilie (viz. obr. č. 1).

Rozlet materiálu po odstřelu mohl být způsoben několika faktory, na které bylo nutné při provádění trhacích prací brát ohled. Za prvé bylo nezbytně nutné maximálně dozírat na správné provedení a na přeměřování ucpávky, protože jednou z příčin rozletu materiálu mohla být krátká ucpávka. Další příčinou rozletu mohla být mokrá vrtná moučka. Proto bylo doporučeno a následně i používáno při ucpávkách drti 8/16. Dále muselo být dbáno na rovnoběžnost vrtů pro nálože s těžební stěnou, aby nedocházelo ke zmenšení záběru. Současně bylo nutné zajistit, aby nedošlo k zakřivení vývrtu po puklinách, které mohly mít směr sklonu rovnoběžný s těžební stěnou, ale sklon menší než těžební stěna. Proto byly sledovány tektonické poruchy zjištěné průzkumem, kdy nejnepříznivější z hlediska odstřelu byly tektonické poruchy rovnoběžné se stěnou a vyplněné vodou.

K problémům s rozletem materiálu může docházet i při střídání tvrdších a měkčích poloh horniny, které se projeví u metamorfovaných hornin nebo u vyvěřelin změnou barvy vrtné moučky, což však nemusí být pravidlem. Je-li poté ucpávka v měkké a nálož ve tvrdé hornině, je rozpojení horniny kvalitní a stanovení velikosti nálože odpovídá běžným zásadám. V případě, že je ucpávka v tvrdé hornině a nálož v měkké je nutné zmenšit rozteče a zvětšit nálož. Pokud jde pata odstřelu šikmo proti vrstvám, je nutno každou část odstřelu nabíjet rozdílně.

## **Projekt těžebních plošných odstřelů**

Po provedení zkušebního odstřelu byl vypracován vlastní projekt těžebních plošných odstřelů. Těžební stěny byly vytvořeny v závislosti na maximální možné náloži v jednom vrtu, respektive na maximální možné náloži odpalované v jednom časovém stupni které musely odpovídat znaleckému posudku. Z důvodu dodržení parametrů stanovených pro seismické účinky docházelo ke zvětšení kusovosti horniny, jelikož muselo být upraveno časování odstřelů ve prospěch zajištění minimalizace seismických účinků odstřelů na okolní výstavbu. Z hlediska kusovosti a rozletu materiálu je výhodnější kratší interval, při kterém se energie výbuchu maximálně spotřebovává na rozpojení horniny. Z hlediska seismických účinků je výhodnější delší časový interval. Proto muselo být v některých případech použito po odstřelu ještě bourací kladivo na rozbití větších kusů horniny.

Maximální možná nálož v jednom odstřelu byla vypočítána geotechnikem stavby a celý objekt byl z hlediska velikosti maximální možné nálože rozdělen do tří etap. V první etapě byly pro povolení trhacích prací limitující seismické účinky na sousední stavební objekty. V této etapě byly trhací práce prováděny jako trhací práce velkého rozsahu s velikostí jednotlivých náloží v jednom časovém stupni tři až šest kilogramů v závislosti na vzdálenosti a charakteristice nejbližšího stavebního objektu. Ve druhé a třetí etapě bylo kromě seismických účinků nutno uvažovat i účinky akustické, vzhledem k nedalekému chovu ohrožených druhů ptáků. Proto byly práce velkého rozsahu povoleny jen v ve stoupacím pruhu přilehlém k sousednímu vrchu. V části přilehlé k zástavbě byly povoleny jen trhací práce malého rozsahu, na který byl vypracován samostatný projekt s výpočtem náloží. V částech, kde byly dříve zřízeny nevyhovující opěrné zdi byla hornina rozpojována pomocí bagru a bouracího kladiva.

Projekt předpokládal maximální výšku těžebních lavic osm metrů. V první fázi byl pomocí trhacích prací rozpojen a následně odtěžen skalní masív směrem od osy budovaného zářezu k jeho okraji do dosažení vzdálenosti asi pěti metrů od projektovaného konečného svahu zářezu. Zbývající masív byl ponechán až do doby vytvoření dostatečného předstihu odtěžování, tedy zhruba třicet až padesát metrů. Závěrný svah byl následně vytvořen odstřelem s řízeným výlomem, tak



zvaným presplitem, tedy předstřelením spáry v místě definitivního svahu. Vrty pro presplit, jejich sklony a hloubky, musely být obzvlášť pečlivě sledovány z důvodu maximálního zajištění jejich rovnoběžnosti. Povolená odchylka od ideálního sklonu byla zhruba dvacet centimetrů u dna vrtu. V důsledku pečlivosti při provádění závěrných odstřelů bylo dosaženo vynikajících výsledků při dosahování projektově přesných a pohledově působivě vypadajících stěn zářezu (viz obr. č. 2).

Vlastní těžba masívu byla prováděna plošnými odstřely. Velikost jednotlivých dílčích odstřelů byla operativně řešena podle daných kritérií, kterými byly hlavně:

- vzdálenost k nejbližšímu objektu
- směr seizmických účinků
- maximální povolená nálož v jednom časovém stupni

### **Monitorování vlivu odstřelů na okolní zástavbu**

Po celou dobu provádění trhacích prací musel být zajištěn stálý monitoring seizmických účinků na okolní zástavbu. Zde byly kromě autorizovaných měřících přístrojů použity snímače, pomocí kterých bylo možné pomocí mobilního telefonu zaslat naměřené hodnoty k vyhodnocení a okamžitě zpětně získat údaje o provedeném odstřelu.

Na zvoleném referenčním stanovišti, kterým byla jedna z obytných budov v odstřely zatížené oblasti, byl osazen úroňový digitální seismograf pro nepřetržité sledování maximálních hodnot otřesových impulsů typu Seismax - DRS se zabudovanými třísložkovými snímači rychlosti kmitání otřesových impulsů a se vstupní nastavenou hodnotou registrace minimálních otřesů. Výsledky měření byly poté předávány prostřednictvím SMS zpráv k vyhodnocení. Při překročení mezní hodnoty pěti milimetrů za sekundu, která byla určena odborným posudkem znalce, byl technický vedoucí odstřelu okamžitě informován. Vyhodnocování parametrů bylo prováděno průběžně po každém odstřelu a pro odstřel následující pak na základě vyhodnocení účinků předchozích odstřelů byly použity takové parametry, aby nemohlo dojít k překročení hodnot kmitání stanovených posudkem znalce

v návrhu trhacích prací. Kromě těchto měření byly na referenčních budovách osazeny i hřeby, na kterých se pomocí metody velmi přesné nivelace měřily výškové poklesy na dotčených budovách. Tato měření byla prováděna i po ukončení odstřelů. Pomocí nivelačních záměr prováděných před započítáním i po ukončení veškerých odstřelů bylo prokázáno, že na úroveň poklesů budov i opěrných zdí má větší vliv jejich většinou špatné založení a působení podzemní i povrchové vody než samotné odstřely.

Těžba byla prováděna v hranicích stanovených okrajem budovaného zářezu a to tak, aby účinky odstřelů směřovaly mimo souvislou zástavbu kromě závěrných odstřelů při řízeném výlomu.

## **Výpočtová část**

### **Výpočty jednotlivých náloží**

Pro stanovení jednotlivých náloží byly použity výpočty podle Mečíře. Nejdříve bylo nutné zvolit orientační průměr vývrtů. Průměr vývrtů je vždy závislý na použité nebo dostupné vrtací soupravě, na charakteru horniny a velikosti odstřelu. Jeho hodnota byla proto uvažována v rozsahu od padesáti do osmdesáti milimetrů.

Poté se určovala hloubka převrtání pod úroveň paty řezu. Převrtání vývrtů pod úroveň paty těžebního řezu je srovnatelné s technologií obrysových vývrtů při ražení důlních děl. Mělo zajistit dokonalé odtržení a rozpojení horniny v patě, tedy v místě maximálního upnutí rozpojovaného těžebního řezu. Převrtání nebylo používáno v případě odstřelů pro konečné vytvoření svahů a lavic u těchto svahů.

Hodnotu převrtání vyjadřuje poměrný koeficient  $k_1$ . Tento koeficient má zpravidla hodnotu 0,3, v tomto případě, kdy uložení horniny bylo v lavicích, byla pro výpočet zvolena technickým vedoucím odstřelu na základě zkušeností hodnota 0,1 z hodnoty záběru v patě  $w$  vztahem:

$$h = k_1 \cdot w = 0,1 \cdot 3,0 = 0,3\text{m}$$

Další hodnotu pro výpočet představuje délka ucpávky. Jako ucpávkového materiálu se při odstřelech používá vrtné drtě nebo drtě malých frakcí (například

8/16 milimetrů). Do záhlavních vývrtů byla ucpávka volně sypána, do patních, popřípadě zvedacích vývrtů byla zasouvána střeva naplněná uvedenou drtí.

Délka ucpávky je vyjadřována poměrným koeficientem  $k_2$ , který se zpravidla volí 0,8 z hodnoty záběru v patě vývrtu.

Důležitým kritériem je volba trhavin. Je důležité snažit se vždy o aplikaci trhavin, které splňují požadavky na dokonalé rozpojení horniny, tedy trhaviny se střední detonační rychlostí, dostatečným objemem plynů a vyrovnanou kyslíkovou bilancí, aby nemohlo dojít k nežádoucím efektům po odstřelu, kdy při záporné kyslíkové bilanci trhavina po výbuchu ještě hoří a při kladné kyslíkové bilanci vzniká oblak podobný atomovému hříbu. Pro použití u clonových odstřelů bývají nejčastěji voleny trhaviny Permon 10 průměr 65/2000, který byl použit i v tomto případě, Permonex V19 průměr 65/2000, Perunit 20 průměr 65/2000, popřípadě jiné průmyslové trhaviny. Zásadně by neměly být používány delaboráty a TNT a to právě z hlediska jejich nevyrovnané kyslíkové bilance. Další hodnotou pro výpočet je měrná spotřeba trhaviny. Hodnotu měrné, neboli specifické spotřeby trhaviny máme obvykle v praxi určenou normou spotřeby, popřípadě výsledovanou z předchozích provedených odstřelů nebo statistickým určením z tabulky. Podle doposud provedených odstřelů v obdobných horninách byla určena měrná spotřeba trhaviny:

$$q = 0,50 \text{ kg.m}^{-3}$$

Také je nutné určit záběr druhé a dalších řad a rozteče vývrtů v řadě.

$R_1$  - záběr první řady, což je vzdálenost k volné ploše výlomu, orientačně určíme ze vztahu:

$$40 \cdot \text{průměr vývrtu} = 2,0 - 3,2 \text{ m}$$

$R_x = R_1 \cdot 0,7 = 2,0 - 3,2 \cdot 0,7 = 1,4 - 2,2 \text{ m}$  – volíme podle použitého průměru vrtů.

Rozteč vývrtů v řadě:

$$l = m \cdot R_v = (0,8 - 1) \cdot 2,0 - 3,2 = 1,6 - 2,5 \text{ m}$$

$m$  - koeficient sblížení vývrtů, který je tabulkově určen

Po určení jednotlivých parametrů se přistupuje k samotnému určení hmotnosti nálože. Pro výpočet náloží lze použít vzorec vycházející z výsledované měrné spotřeby trhaviny pro rozpojení ve vhodné fragmentaci, publikovaný R.

Mečířem(Válek D., Mečíř R.: *Hromadné odstřeľy v povrchovéch dolech a lomech*. SNTL, Praha 1967), jako vzorec vhodný pro pracoviště s výsledovanými hodnotami měrné spotřeby.

$$N = q \cdot e \cdot V$$

kde:

q - měrná spotřeba trhavin

V -objem určený k rozpojení

$$e = a \cdot b \cdot c \cdot d$$

kde:

a = 1,1 - součinitel poměrného soustředění náloží clonového odstřelu

b = 1,1 - při projektované rozteči vrtů(pro 0,8R)

c = 1,0 - součinitel upnutí

d = 1,0 - součinitel těsnění

Vzorem pro výpočet nejběžnějšího plošného odstřelu v daných podmínkách poté bylo :

- průměr vrtů 70 mm
- záběr první řady 2,8 metru
- rozteč vrtů konstantní 2,2 metru
- délka vrtů 6,0 metru
- počet vrtů v řadě 10
- počet vrtů 80
- rozteč řad vrtů 2,0 metry
- počet řad 8
- ucpávka 1,8 metru

Při navržených parametrech bylo odstřeľem získáno cca 2000m<sup>3</sup> rubaniny.

Výpočet náloží:

$$N = 0,50 \cdot 1,21 \cdot 2000 = 1210 \text{ kg}$$

- nálož v jednom metru vrtu 3,6 kg
- nálož v jednom vrtu 15 kg
- počet vrtů 80
- celková nálož 1200 kg

Pro odstřely ve druhé a třetí etapě, kdy odstřely v části zářezu přiléhající k zástavbě musely být z důvodu ochrany obecných zájmů realizovány jako trhací práce malého rozsahu, byla vypočítána maximální nálož na padesát kilogramů trhaviny v jednom vrtu. Při těchto parametrech bylo možné získat odstřelem jen osmdesát dva kubických metrů rubaniny.

### **Určení roznětu náloží**

Pro roznět náloží byly zvažovány dvě možnosti. Jednak doposud běžný způsob elektrickými rozbuškami DeM – S, a to tak, že v každém vývrtu měly být dvě rozbušky, z toho jedna u dna vývrtu a druhá ve vrchní části nálože. Rozbušky pak byly v sériovém zapojení. Zásadou bylo, že obě rozbušky měly stejný časový stupeň. Nešlo-li tuto podmínku splnit, bylo možné pro vrchní rozbušku použít jiný časový stupeň, zásadně však vždy vyšší, než u dnové rozbušky.

Druhým způsobem bylo použití neelektrického roznětu typu Indetshock. Tento způsob podstatně zvyšuje bezpečnost práce, umožňuje větší rozčasování jednotlivých dílčích náloží, a tím snížení seismických účinků na okolí. Tento způsob roznětu je zejména vhodný v bouřkovém období. Nakonec však od něj bylo upuštěno. Hlavně z ekonomických důvodů, jelikož při pracích v některých částech zářezu bylo nutné omezit množství odstřelené horniny, a v těchto případech by byl tento způsob roznětu, ač je technicky lepší, ekonomicky nevýhodný.

### **Ochrana roznětu před účinky cizí elektrické energie**

Při provádění prací se muselo dbát na ochranu elektrického roznětu před účinky cizí elektrické energie, kterou mohl představovat například vnější rozvod vysokého napětí.

Nejbližší vzdálenost roznětného vedení od venkovního rozvodu 35 kV byla padesát metrů. Protože největší plocha uzavřená roznětným okruhem na jedno rozněcovadlo nepřevyšovala třicet metrů čtverečních, byla dle přílohy vyhlášky

72/1988 Sb. bezpečná vzdálenost padesát metrů a proto tento druh energie nemusel být uvažován.

Dalším zdrojem nebezpečí mohla být elektrostatická energie, jejímž zdrojem mohlo být kupříkladu nevhodné oblečení pracovníků připravujících odstřel. Jejich oblečení proto nesmělo být z vysoce izolačních materiálů. Gumová obuv mohla být proto používána jen při práci ve vodě. Přírodní vedení muselo být před připojením na roznětnou síť zbaveno případného elektrostatického náboje dotykem s uzemněným kovovým předmětem. Všeobecně bylo nutné i zde postupovat v souladu s vyhláškou číslo 72/1988 Sb.

Před atmosférickou energií byla provedena ochrana při předpokládané bouřkové činnosti ustanovením takzvané bouřkové hlídky. Pokud by se blížila bouřka, měl pracovník za úkol toto oznámit technickému vedoucímu odstřelu, aby mohly být případně přerušeny práce na přípravě odstřelu a nebo pokud by to bylo možné, proveden dílčí odstřel. I v tomto případě bylo nutné postupovat podle vyhlášky číslo 72/1988 Sb.

Vzhledem ke stávajícím rozvodům elektrické energie se nepředpokládal výskyt bludných proudů. Rozvody vysokého a nízkého napětí byly provozovány v izolované soustavě a opatřeny zařízením, které kontrolovalo její stav a v případě závady automaticky vypínalo zdroj elektrické energie.

V blízkosti se nenacházely ani žádné vysokofrekvenční zdroje, které by mohly způsobit nežádoucí roznět.

## **Bezpečnost práce a technologický postup**

Trhací práce představují nebezpečnou činnost, bylo proto nutné přijmout a důsledně dodržovat přísná bezpečnostní opatření. Při provádění odstřelů je nutné se řídit příslušnými zákony a předpisy státní báňské správy a to zejména:

- zákonem č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství(horní zákon), ve znění pozdějších předpisů,
- zákonem ČNR č. 61/1988 Sb., o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě, ve znění pozdějších předpisů,

- vyhláškou ČBÚ č. 72/1988 Sb., o používání výbušnin, ve znění pozdějších předpisů,
- vyhláškou ČBÚ č. 99/1995 Sb., o skladování výbušnin,
- vyhláškou ČBÚ č. 26/1989 Sb., o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci a bezpečnosti provozu při hornické činnosti a při činnosti prováděné hornickým způsobem na povrchu, ve znění pozdějších předpisů.

### **Technologický postup**

Pro přípravu, kontrolu i provedení vlastního odstřelu musel být dodržován vedle výše uvedených zákonů a vyhlášek i technologický postup trhacích prací, který byl součástí projektu. Podkladem pro tento technologický postup byla hlavně vyhláška ČBÚ č. 72/1988 Sb., o používání výbušnin, ve znění pozdějších předpisů.

Technologický postup byl závazný pro všechny pracovníky, pokud měli cokoliv společného s přípravou odstřelu.

Součástí technologického postupu byly pokyny týkající se :

1) přípravných prací, mezi které patřila:

- a) obhlídka vlastního pracoviště v souladu s projektem
- b) zaměření počvy, těžebního řezu a předpolí v rozsahu odpovídajícím záměru
- c) vypracování projektové dokumentace jejíž součástí byla záměra a vrtné schéma

2) vrtacích prací, kam lze zařadit:

- a) dopravu vrtacích souprav na pracoviště
- b) postavení a přemísťování vrtacích souprav (viz. obr. č. 3)
- c) vrtání jednotlivých vývrtů podle vrtného schématu, vedení vrtného deníku
- d) odvoz vrtacích souprav z pracoviště po dovržení
- e) průběžná kontrola vrtacích prací
- f) vyhodnocení vrtání

- g) dokončovací práce
- h) přeměření hloubky vývrtů

Vrtací práce byly organizovány technickým vedoucím odstřelu.

- 3) stanovení a nahlášení doby odstřelu příslušným orgánům a organizacím
- 4) pokyny k vlastní přípravě k odstřelu, což zahrnovalo:
  - a) zajištění dodávky výbušnin
  - b) označení a vyklizení manipulačního prostoru, provedení zabezpečovacích prací před započítáním nabíjení vývrtů a přepravu výbušnin
  - c) vlastní nabíjení a adjustování
  - d) utěsnění vývrtů
  - e) propojení roznětné sítě
- 5) provedení trhacích prací, které organizoval a řídil za pomoci spolupracovníků technický vedoucí odstřelu, popřípadě zástupce technického vedoucího odstřelu. Součástí samotného provedení trhacích prací bylo:
  - a) určení bezpečnostního okruhu podle povolovacích podmínek odstřelu a podle okamžité situace na místě
  - b) vyklizení a uzavření bezpečnostního okruhu. Technický vedoucího odstřelu, popřípadě zástupce technického vedoucího odstřelu musel z místa odpalu přezkoušet ohmmetrem správnost zapojení. Zjistil-li větší odchylku než  $\pm 10\%$  mezi naměřeným a vypočteným odporem roznětné sítě, musel zjistit příčinu a závadu odstranit.
  - c) odpálení náloží
  - d) prohlídka pracoviště a uvolnění uzávěry bezpečnostního okruhu
  - e) ukončení odstřelu
  - f) kontrolní zaměření odstřelu a vypracování grafické dokumentace



Po výbuchu náloží a po uplynutí čekací doby provedl technický vedoucí odstřelu, popřípadě zástupce technického vedoucího odstřelu, spolu s odpovědným zástupcem stavby obhlídku pracoviště, kdy bylo zjišťováno, zda vybuchly všechny nálože a je-li pracoviště v pořádku. Poté uvolnil uzávěru bezpečnostního okruhu. Dále provedl společně s odpovědným zástupcem stavby zhodnocení odstřelu a byl mezi nimi sepsán zápis o provedení odstřelu.

### **Selhávka**

Při provádění odstřelů je nutné počítat také s možností selhávky odstřelu, ať už je příčina jakákoliv a proto byly i pro tuto možnost připraveny pokyny. V případě zjištění selhávky měl technický vedoucí odstřelu, popřípadě zástupce technického vedoucího odstřelu určit a zajistit v souladu se závaznými předpisy vhodný postup likvidace podle situace v místě.

Jestliže by došlo k selhávce, mělo být bezodkladně zahájeno její zneškodnění. V té době se mohly provádět jen práce související se zneškodněním selhávky. Přitom musel být určen manipulační prostor a bezpečnostní okruh. Selhávku by vyhledával a zneškodňoval technický vedoucí odstřelu, popřípadě zástupce technického vedoucího odstřelu, který odstřel prováděl, jiní pracovníci by mohli pomáhat jen v nevyhnutelných případech a jen podle pokynů technického vedoucího odstřelu.

Případné selhávky by byly podle svého charakteru zneškodňovány takto:

- a) obnovou volně přístupného roznětkového vedení
- b) použitím nové roznětné náložky po odstranění ucpávky vyfoukáním nebo výplachem
- c) odpálením nálože v novém, souběžně vedeném vývrtnu, pokud se vývrt nepřiblíží k selhávce na menší vzdálenost, než je desetinásobek průměru vývrtnu, ve kterém je selhávka, avšak ne menším než třicet centimetrů
- d) vyfoukáním sypkých trhavin z vývrtnu
- e) vytažením volných náložek ze zbytku vývrtnu

Při každé likvidaci selhávky měla být podle okamžitých podmínek určena technickým vedoucím odstřelu velikost manipulačního prostoru a bezpečnostního okruhu. Práce byly prováděny za stálého dozoru. V případě možné selhávky, musela být o jejím zajištění a zneškodnění vedena předepsaná evidence a všichni zaměstnanci musely být o případné selhávce informováni.

Čekací doba byla při používání elektrického roznětu určena pět minut. Při podezření na selhávku se čekací doba zdvojnásobila na deset minut. Čekací doba přitom nesměla být kratší než doba potřebná k rozplynutí zplodin výbuchu.

### **Pravidla pro zacházení s výbušninami**

Pro zajištění co největší míry bezpečnosti byla technologickým postupem stanovena základní pravidla zacházení s výbušninami a pomůckami a to:

- 1) výbušniny byly nabývány výhradně na základě povolení k odběru výbušnin, které bylo vydáno Obvodním báňským úřadem v Kladně
- 2) ve všech prostorách, ve kterých byly výbušniny, bylo zakázáno používat otevřeného ohně a kouřit
- 3) nešlo-li tyto prostory zajistit proti odcizení a zneužití výbušnin, muselo být zajištěno jejich hlídání
- 4) každý, kdo zacházel s výbušninami, které by mohly způsobit poškození zdraví toxickými účinky, musel používat osobní ochranné prostředky
- 5) při zacházení s výbušninami mohli být přítomni pouze pracovníci, kteří byli přímo zúčastněni na přípravě trhacích prací a pouze s vědomím technického vedoucího odstřelu nebo jeho zástupce i kontrolní orgány
- 6) kontrolovat vodivost elektrických rozněcovadel a měřit jejich odpor směl jen střelmistr
- 7) k nabíjení náložek do vývrtu se směl používat jen dřevěný nabíják, který musel mít seříznuté konce a průměr alespoň stejný, jako byl průměr nabíjené náložky. Délka nabíjáku přitom musela být delší než nejdelší nabíjený vývrt

Při provádění trhacích prací velkého rozsahu bylo technologickým postupem povoleno používat pouze těchto pomůcek: dřevěného nabíjáku, odvíječe na bleskovici, ucpávkových střev, rychlospojky, schváleného typu přívodního vedení, vhodných typů roznětnic schválených pro provádění trhacích prací, vhodných ohmmetrů k provádění trhacích prací, bleskovicové návleky, nůž, kleště, dopravní prostředek na přepravu výbušnin a ucpávkového materiálu, lopaty, krumpáče, háčků na čištění vývrtů.

### **Ohlášení odstřelu, přípravné práce a vlastní odstřel**

Před zahájením jednotlivých odstřelů musela být splněna ohlašovací povinnost. Technický vedoucí odstřelu, popřípadě zástupce technického vedoucího odstřelu, nařídil ohlášení doby odstřelu příslušným orgánům a organizacím podle vyhlášky ČBÚ č. 72/1988 Sb., ve znění doplňující vyhlášky ČBÚ, tzn. nejméně osm dní předem příslušnému obvodnímu báňskému úřadu, v tomto případě obvodnímu báňskému úřadu v Kladně.

Po dobu vlastní přípravy odstřelu podléhali všichni zúčastnění pracovníci pokynům a rozhodnutím technického vedoucí odstřelu, popřípadě zástupce technického vedoucího odstřelu. Manipulační prostor byl před přivezením výbušnin vždy vyklizen pracovníky firmy provádějící odstřel nebo pracovníky stavby, které na pokyn technického vedoucí odstřelu určil stavbyvedoucí. Při přípravě trhacích prací na více oddělených pracovištích musel být na každém pracovišti přítomen technický vedoucí odstřelu, popřípadě zástupce technického vedoucího odstřelu po celou dobu příprav.

Přeprava výbušnin na stavbu byla prováděna za dodržení podmínek zákona ČNR č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě a vyhlášky MD ČR č. 87/1994 Sb., kterou se provádí zákon o silniční dopravě. Všechna vozidla přepravující trhaviny musela být proto vybavena nákladním listem pro přepravu nebezpečných věcí ADR po území České republiky. Přeprava na místo spotřeby na stavbě byla organizována za doprovodu poučené osoby, v případě společné přepravy trhavin a rozbušek pak zásadně jen za dozoru střelmistra. Na pracovišti převzal výbušniny technický vedoucí odstřelu nebo jeho zástupce a zajistil jejich hlídání od okamžiku

převzetí až po provedení odstřelu. Pro trhací práce určil zároveň technický vedoucí odstřelu manipulační prostor a nechal jej včas vyklidit a označit. Roznětné náložky byly připravovány pouze technickým vedoucím odstřelu, zástupcem technického vedoucího odstřelu nebo střelmistrem a to jen v manipulačním prostoru a v potřebném množství. Veškeré práce při nabíjení náloží probíhaly za přítomnosti a podle pokynů technického vedoucího odstřelu nebo jeho zástupce. Nabíjet se smělo jen z bezpečného stanoviště a nabít se mohlo vždy jen tolik náloží, kolik jich mělo být při odstřelu odpáleno. Při nabíjení se muselo postupovat tak, aby nedošlo k poškození přírodních vodičů roznětek a náložky trhavin nesměly být do vývrtu zasouvány násilím. Roznětné náložky nabíjel technický vedoucí odstřelu nebo střelmistr a za jejich dozoru je mohli nabíjet také jejich pomocníci.

Pro nabíjení odstřelů byl stanoven následující postup:

- 1) po očištění vývrtů bylo ke každému vývrtu postupně dopraveno potřebné množství trhavin.
- 2) do záhlavních vývrtů byla nejdříve spuštěna náložka s rozbuškou a poté volným pádem spouštěna zbývající nálož. Do předposlední náložky pod ucpávkou byla umístěna druhá rozbuška. Délka ucpávky musela být přitom kontrolována závažím nebo nabijákem. Náložky byly do záhlavních vývrtů spouštěny buď vcelku nebo pro lepší využití vývrtů podélně naříznuté, případně mohla být trhavina sypána z pytlů.
- 3) do patních vývrtů byly náložky zasouvány nabijákem jednotlivě nebo po několika kusech. Délka ucpávky musela být přitom kontrolována podle značky na nabijáku.
- 4) po nabití byly vrty utěsněny pískovou ucpávkou.
- 5) po utěsnění byla propojena roznětná síť.
- 6) po přípravě roznětné sítě byl uzavírán bezpečnostní okruh, připojeno roznětné vedení, proměřen ohmický odpor a proveden odstřel.

Při provádění vlastního odstřelu se prací zúčastňovalo podle velikosti a povahy odstřelu dvě až deset osob z řad pracovníků provádějící firmy nebo stavby, z toho vždy střelmistr a technický vedoucí odstřelu.

Technologický postup při provádění trhacích prací byl stanoven tak, aby po celou dobu přípravy a provádění trhacích prací nebyl ostatní provoz stavby mimo manipulační prostor omezován. Touto součinností se dosáhlo optimálního souladu mezi odtěžováním a odstřelováním jednotlivých partií zářezu.

### **Určení manipulačního prostoru**

Manipulační prostor pro provádění trhacích prací určoval technický vedoucí odstřelu na základě místních podmínek odstřelu. Velikost manipulačního prostoru byla určována tak, aby byly zajištěny vhodné pracovní podmínky pro bezpečnou přípravu odstřelu. Manipulační prostor musel být před přivezením výbušnin vyklizen, označen a směli se v něm zdržovat pouze osoby, které se přímo účastnili na přípravě a provedení odstřelu. Všechny osoby, včetně kontrolních orgánů, se mohli v manipulačním prostoru zdržovat pouze s vědomím a souhlasem technického vedoucího odstřelu. Minimální velikost manipulačního prostoru byla určena vzdáleností pět metrů od krajních náloží odstřelu. Tuto vzdálenost mohl technický vedoucí odstřelu podle okamžitých podmínek odstřelu a v závislosti na zajištění bezpečnosti pracovníků případně zvětšit. Manipulační prostor byl označen červeným praporkem popřípadě výstražnou tabulí se zákazem vstupu nebo ohrazením. Místo pro bezpečný úkryt pracovníků bylo určeno technickým vedoucím odstřelu. Podle okamžitých podmínek při odstřelu a v závislosti na zajištění bezpečnosti pracovníků bylo určováno místo odstřelu a úkryt pracovníků pro každý odstřel stanoveno samostatně.

### **Bezpečnostní okruh a jeho vyklizení**

Pro zajištění bezpečnosti odstřelu byl určen bezpečnostní okruh. Bezpečnostní okruh určoval technický vedoucí odstřelu na základě situační mapy a okamžité situace při odstřelu. Byl zajištěn soustavou hlídek tak, aby se zabránilo vstupu nezúčastněných osob do ohroženého území. Bezpečnostní okruh musel být přitom vždy vyklizen a uzavřen nejpozději před připojením rozvětvené sítě na přívodní vedení. Technický vedoucí odstřelu nebo jeho zástupce včas před

provedením odstřelu svolával hlídky na určené místo a poučil je o jejich povinnostech při uzávěře bezpečnostního okruhu a zabezpečil jejich rozestavení. Každé hlídce přitom odevzdal písemné poučení s pověřením a poučením k výkonu hlídky. Hlídka pak zodpovídala za vyklizení a uzavření jí přiděleného úseku ohroženého území a za uzavření bezpečnostního okruhu. Hlídka byla po dobu uzávěry bezpečnostního okruhu vybavena červeným praporkem, kterým zároveň prováděla smlouvenou signalizaci. Hlídky při hromadných odstřelech byly rozmístěny podle situační mapy hlídek, která byla součástí projektu trhacích prací.

Pro vyklizení a uzávěru ohroženého prostoru bylo postupováno vždy podle předem stanovených pravidel. Z ohroženého bezpečnostního okruhu se musely vzdálit na určená místa všechny osoby, které se nezúčastňovaly příprav odstřelu. Před roznětem náloží hromadného odstřelu byl svolán technickým vedoucím odstřelu nebo jeho zástupcem stanovený počet hlídek. Tyto byly proškoleny o povinnostech a právech hlídek při vyklizení a uzávěře bezpečnostního okruhu a o významu signálů. Byla jim určena jednotlivá stanoviště a byly vybaveny praporky, vysílačkami nebo píšťalkami.

Při odchodu na svěřené stanoviště obdržely členové hlídek písemné poučení o činnosti hlídky v průběhu clonového odstřelu na svěřeném stanovišti.

Význam signálů pro uzávěru okruhu a provedení vlastního odstřelu byl součástí technologického postupu a byl pro všechny prováděné odstřely stejný. Signalizace byla dvoustupňová a pokyn k vydání signálu byl dáván technickým vedoucím odstřelu následujícím způsobem:

- 1) včas před prvním odstřelem byl vydáván první signál, a to dvě dlouhá zahoukání sirénou nebo dvě signální rány. Tento signál byl příkazem k odchodu všech nezúčastněných osob z ohroženého území a k odchodu hlídek na určená stanoviště. Hlídky vyšly na stanoviště po cestě pečlivě vyklízely svěřený prostor, až zaujaly místa na určených pracovištích. Do prostoru pak již nesměl nikdo vstoupit.
- 2) Asi po pěti až deseti minutách od prvního signálu byl dáván druhý signál, jedno dlouhé houkání sirénou nebo jedna signální rána. Tento signál byl dáván na pokyn technického vedoucího odstřelu po ujištění, že ohrožené území bylo zcela vyklizeno a zabezpečeno hlídkami, že

hlídky zaujaly svá stanoviště a nálože byly připraveny k odpalu. Signál byl pro hlídky poslední výstrahou před odstřelem, znamením pro konečnou obhlídku terénu a ukrytí se na stanovišti.

3) Zpravidla jednu minutu po druhém signálu následoval odpal náloží odstřelu. Ve stanovené době se provedl vlastní odstřel. Hlídky i po výbuchu střežily beze změny hranice bezpečnostního okruhu na svých stanovištích.

4) Po uplynutí čekací doby a po prohlídce pracoviště byl dán technickým vedoucím odstřelu, nedošlo-li k selhávce, pokyn k vyhlášení ukončujícího signálu, jednoho krátkého zahoukání sirénou a pokynu pro hlídky ke zrušení bezpečnostního okruhu. Teprve po odeznění tohoto signálu končila uzávěra bezpečnostního okruhu. Hlídky uvolnily uzávěru bezpečnostního okruhu, opustily svá stanoviště a shromáždily se na určeném místě.

V případě jakéhokoliv ohrožení průběhu prací byl smluven nouzový signál. Nouzový signál měl být dáván hlídkou krátkým přerušovaným pískáním na píšťalu nebo hlasitým voláním nepálit a kroužením praporku, případně vlaječkou.

Konkrétní způsob nouzového signálu byl vždy dohodnut při poučení hlídek. Signálem měla dávat hlídka na vědomí technickému vedoucímu odstřelu, že došlo k porušení uzávěry bezpečnostního okruhu a že je třeba zastavit práce na odstřelu. Každá hlídka, která by nouzový signál uviděla nebo uslyšela, byla povinna jej opakovat a zajistit tak průchodnost nouzového signálu až na stanoviště technického vedoucího odstřelu.

Další postup prací by byl pak určován technickým vedoucím odstřelu. Hlídky měly za povinnost zůstat i v této době až do odvolání na svých stanovištích a zajišťovat neporušenost svého úseku bezpečnostního okruhu.

Hlídky při odstřelu byly rozmístěny podle situační mapy hlídek, která byla vypracována již v průběhu přípravy technického projektu odstřelu. Při realizaci jednotlivých odstřelů bylo v pravomoci technického vedoucího odstřelu hlídkám jejich stanoviště upřesnit.

Vzhledem k tomu, že se hlídky vzájemně viděly a slyšely, nebylo nutné používat při spojení vysílačky. Za poučení hlídek odpovídal technický vedoucí odstřelu.

## **Zemní práce**

Po ukončení odstřelů probíhalo postupné odtěžování rozpojeného materiálu, jeho odvoz a následné uložení, neboli fáze zemních prací. Na této stavbě byla část získaného materiálu přepravována v rámci stavby, kdy součástí prací bylo i budování násypu v dalším úseku komunikace. Ostatní materiál byl odvážen na pozemky v okolí řeky Jizera, kde bylo v místě častých jarních záplav provedeno navýšení a následné vyrovnaní terénu.

### **Základní rozdělení zemních prací**

Všeobecně je možné z hlediska silničního stavitelství zemní práce rozdělit na práce:

- 1) přípravné, kam patří sejmutí ornice a porostu v celé šířce záboru a případné přemístění ornice na deponii, kde je uložena pro její pozdější upotřebení.
- 2) vykopávky zeminy
- 3) manipulaci s vytěženým materiálem, kam patří v případě zářezů nakládání horniny a její odvážení, v případě budování násypů její rozprostření a zhutnění
- 4) finální úpravu svahů a dokončovací práce, což je například rozprostření ornice

### **Optimalizace strojní sestavy**

Většina zemních prací je vykonávána strojně. Používají se rypadla, dozery, skrejpry, grejdry, nakladače a jiné vhodné mechanismy.



Výběr strojů popřípadě jejich sestav je možné rozdělit do dvou etap.

V první etapě se vyberou všechny stroje nebo sestavy strojů, se kterými je možné danou práci vykonat. Je nutné zvažovat vlastnosti hornin, přepravní vzdálenosti, objem odtěžované zeminy, ale i podmínky v místě staveniště.

V druhé etapě se poté vybere ze všech možností varianta optimální, která splňuje všechna kritéria, mezi které patří hlavně:

- 1) dosažení maximální výkonnosti
- 2) minimalizace nákladů
- 3) minimalizace zatížení životního prostředí

### **Rozdělení zemních prací z hlediska tvaru výkopu**

Podle tvaru výkopu lze poté rozdělit pracoviště, kde jsou prováděny zemní práce na pracoviště plošná, kde je jeho šířka a délka mnohem větší než jsou rozměry stroje a tloušťka snímané vrstvy je do jednoho metru. Při tomto způsobu odtěžování lze z výhodou používat dozery, nakladače nebo skrejpry. Po nahrnutí na hromadu bývá zemina nebo hornina v případě potřeby nakládána bagry a odvážena. Tato technologie byla uplatněna při odtěžování ornice a provádění skrývek strojně rozpojitelných materiálů.

Druhým typem jsou pracoviště prostorová, kde je šířka i délka pracoviště také větší než rozměry stroje, tloušťka odstraňované zeminy je ale větší než jeden metr. Ze strojů se při tomto typu prací více uplatňují bagry. Tomuto zařazení v našem případě odpovídalo odtěžování zeminy po odstřelech.

Další variantou jsou pracoviště délková, kdy převládá délkový rozměr a jejich šířka neumožňuje pohyb stroje na dně zářezu. Používají se bagry s hloubkovou lžící. Můžeme sem zařadit práce na odvodnění zářezu, tedy budování kanalizace a drenáží.

Dalším kritériem pro určení optimální metody zemních prací je rozpojitelnost horniny. Zde rozlišujeme horniny s velmi dobrou rozpojitelností, ve kterých mohou bez problémů pracovat všechny stroje pro zemní práce. Dále horniny s dobrou rozpojitelností, kde již nelze použít skrejpry a rypadla s vlečnou

lopatou, s jejich výjimkou ale všechny ostatní typy strojů. Další skupinou jsou horniny se špatnou rozpojitelností, které je možné těžit až po předchozím rozpojení rozrývači nebo trhavinami a poslední skupinou jsou horniny s velmi těžkou rozpojitelností, kdy lze těžit až po narušení horninového masívu trhacími pracemi nebo těžkými bouracími kladivy. V případě těžby zářezu v Debři byly horniny zařazeny do kategorie hornin těžko nebo velmi těžko rozpojitelných, čemuž odpovídala i použitá technologie trhacích prací a rozpojování velkým bouracím kladivem. Pro vrchní partie a partie navětralé bylo s výhodou používáno narušení horniny rozrývači buldozeru.

### **Rozdělení zemních prací z hlediska intenzity**

S hlediska intenzity byly práce zařazeny do kategorie těžby se střední intenzitou, kam patří práce s hodinovým výkonem padesát až dvě stě padesát metrů kubických za hodinu. Určujícím hlediskem pro zařazení do této kategorie byl výpočet množství horniny získané odstřelem, který byl zhruba dva tisíce metrů kubických. Z tohoto důvodu byl použit bagr Case (viz. obr. č. 4), který byl také vybaven bouracím kladivem pro rozpojování horniny v těch místech zářezu, kde nebylo možné použít trhacích prací. Pro úplnost je nutné doplnit, že z hlediska intenzity prováděných prací rozeznáváme ještě těžbu s malou intenzitou, tedy těžbu s výkonem do padesáti metrů kubických a těžbu s velkou intenzitou, kam řadíme těžbu s výkonem větším než dvě stě padesát metrů kubických za hodinu. Do první skupiny bylo možné zařadit práce na odvodnění zářezu, do druhé nelze v případě popisované stavby zařadit žádnou práci, ale patří sem například těžba velkých zářezů, kde je nasazeno více bagrů najednou.

### **Doprava vytěžené zeminy**

Podle dopravní vzdálenosti, která je důležitým hlediskem pro zvolení optimálního dopravního prostředku pro přepravu vytěžené zeminy rozeznáváme přepravu na velmi krátkou vzdálenost, to znamená vzdálenost do třiceti metrů, kdy je možné přepravovat zeminu nakladačem nebo dozerem.

Dále lze hovořit o vzdálenosti krátké, což je vzdálenost asi do sta metrů, kdy je možné zeminu ještě přepravovat bez použití dopravních prostředků pomocí nakladačů nebo dozerů. Tato technologie se využívá především při kypování materiálů, například ornice, při provádění její skrývky a jejím následném uvažovaném použití po vybudování zářezu nebo násypu pro ohumusování svahů zemního tělesa.

Třetím typem je vzdálenost střední, kdy již není možné používat dozery, ale ještě nemusíme používat automobily, a to při použití skrejprů. Maximální vzdálenost pro použití skrejprů je většinou uvažována tisíc pět set metrů.

Poslední možností je přeprava zeminy na dlouhou vzdálenost, kdy již musíme používat automobily. Tato varianta se někdy překrývá se střední přepravní vzdáleností, protože technologie provádění prací pomocí skrejprů je také závislá na třídě rozpojitelnosti horniny.

Pro naši stavbu bylo nutné vytěženou horninu převážet na vzdálenost delší než sto metrů a třída těžitelnosti horniny neumožňovala nasazení skrejprů, a proto bylo rozhodnuto o použití velkoobjemových damprů Volvo (viz. obr. č. 5), které mají vysokou dostupnost v terénu a kloubové řízení.

### **Technologie provádění zemních prací**

Z hlediska způsobu provádění lze zemní práce rozdělit do čtyřech kategorií. Jako první se budu věnovat technologii dozerové.

Dozery jsou stroje, které se používají na rozpojování zeminy v tenké vrstvě kolem třiceti centimetrů, popřípadě na hrnutí výkopku na krátkou vzdálenost nebo jeho rozprostření. Dále je možné je využít na úpravu svahů nebo jiné úpravy terénu či dokončovací práce.

Výkon dozeru je určován na základě rychlosti stroje zatíženého při práci a nezatíženého. V konkrétních podmínkách poté závisí zejména na druhu rozpojované zeminy spádových poměrech a vzdálenosti, na kterou je zemina přesunována.

Praktické výkony dozeru závisí také na výkonu motoru. Pro práce uvažované pro dozerovou technologii na stavbě v Debři byl jako optimální zvolen

buldozer typu CAT D6N (viz. obr. č. 6), který má dostatečnou sílu na provádění skryvek a jejich přemísťování a zároveň bylo tímto strojem možné provádět terénní úpravy na svazích budovaného silničního tělesa, kde se jednalo hlavně o úpravu svahů násypu do předepsaných sklonů a jejich následné ohumusování.

Druhou technologií používanou na této stavbě byla technologie rypadlová neboli technologie odkopávek pomocí bagrů.

Rypadla jsou stroje sloužící k rozpojování, nabírání a nakládání zemin nebo hornin, popřípadě k jejich přemísťování na vzdálenost v dosahu ramena. Tyto stroje se v současnosti vyrábějí ve velkém sortimentu podle technických parametrů i výkonu.

Z hlediska kontinuity pracovního procesu lze rypadla rozdělit na rypadla pracující cyklicky, což jsou rypadla s výškovou, hloubkovou, vlečnou nebo drapákovou lopatou a na rypadla pracující kontinuálně, kam lze zařadit rypadla korečková nebo kolesová.

Pro práce na budovaném zářezu bylo použito již výše zmiňované rypadlo s hloubkovou lopatou značky Case, jehož pracovní cyklus má několik fází:

- 1) rozpojování a nabírání do lopaty
- 2) otáčení a vysunutí výložníku, což umožňuje přepravu rozpojené zeminy na krátkou vzdálenost, v našem případě na korbu dopravního prostředku
- 3) vyprazdňování lopaty a návrat do původní polohy

Volba typu rypadla závisí hlavně na druhu rozpojované zeminy, celkovém objemu prací, kdy samozřejmě platí, že je neekonomické pracovat s velkým rypadlem na malém objemu prací a časově nevýhodné pracovat s malým rypadlem na velkém objemu, na výšce, případně hloubce záběru a možnosti manévrování a také na únosnosti podloží.

Pracovní výkon rypadla je závislý hlavně na objemu lopaty, druhu zeminy a dobré organizaci odvozu vytěženého materiálu, což v případě silničního stavitelství znamená optimalizaci počtu a velikosti dopravních prostředků pro odvoz výkopku. (viz. obr. č. 7)

Stanovení vhodné metody a použití optimálního typu mechanizace je určujícím faktorem z hlediska ekonomiky stavby. Je proto nutné již při plánování

pracovního postupu pečlivě zvažovat výhody a nevýhody jednotlivých metod a jejich použitelnost pro danou stavbu. Nejlepší výsledek lze poté dosáhnout při použití jednoho typu mechanizace pro více druhů prací. V případě této stavby bylo proto s výhodou využito rypadla s hloubkovou lopatou pro těžbu materiálu získaného odstřelem a po výměně bouracího kladiva za lopatu i k rozpojování horniny stejným strojem. Stejně byl pro více pracovních činností použit buldozer, a to jak při skrývce ornice a hornin, které bylo možno odtěžit strojně, tak i k rozprostírání horniny v souběžně budovaném násypu a k terénním úpravám prováděným v rámci stavby.

Jen pro úplnost dodávám, že při zemních pracích lze také použít technologií vykopávek pomocí nakladačů nebo skrejprů, což jsou metody méně obvyklé a limitované hlavně třídou rozpojitelnosti zeminy.

### **Doprava výkopku**

Doprava vytěžené zeminy v silničním stavitelství je většinou organizována pomocí sklápěcích nákladních automobilů s ocelovou korbou, která umožňuje jejich rychlé vyložení. Pro pohyb v těžkém terénu při provádění odkopávek se většinou používají automobily s pohonem všech kol, které mají obvykle i větší světlou výšku a někdy i speciální nízkotlaké pneumatiky. Mezi speciální terénní nákladní vozidla patří hlavně dampery, kterých není v silničním stavitelství tolik využíváno, ale při výstavbě tohoto zářezu a násypu jich bylo použito. Hlavním důvodem byla občasná větší kusovitost odstřelené horniny, způsobená pro lepší rozpojení odstřeleného materiálu méně vhodným časováním náloží, které však bylo z hlediska snížení seismických účinků na okolní výstavbu nezbytné.

### **Budování násypů a rekultivace záplavového území**

Hornina získaná odstřelem byla tedy pomocí damperů přemísťována do části, kde byl budován násyp. Zde byla vyklápěna a následně rozprostírána pomocí buldozeru. Při výstavbě násypů všeobecně je zemina nebo jiný materiál ukládán po vrstvách. Jednotlivé vrstvy je nutné řádně rozprostřít, urovnat a ztuhnout.

Každá jednotlivá vrstva musí být budována na celou technologickou šířku. Tloušťka jednotlivých vrstev poté závisí na druhu zabudovávané zeminy nebo horniny, účinnosti zhutňovacích prostředků a velikosti největšího zrna v sypanině. V našem případě, kdy byl násyp budován z tvrdých skalních hornin bylo možné provádět vrstvy až do tloušťky tisíc pět set milimetrů, největší přípustná velikost zrna musela být dodržována do dvou třetin tloušťky vrstvy. V případě, že se v materiálu z odstřelu vyskytly větší kameny, musely být pomocí rypadla s bouracím kladivem rozbity.

Po vybudování násypu byl zbytek materiálu získaný odstřelem používán na rekultivaci výše zmiňovaného území podél řeky Jizery, kde byl opět rozprostírán buldozerem na úroveň potřebnou k omezení možnosti záplav v inkriminované oblasti.

## **Závěr**

Závěrem je nutné konstatovat, že provádění odstřelů a následné odtěžování materiálu představuje pro okolí výstavby velkou ekologickou zátěž. Projevuje se zvýšenou hlučností a prašností během vlastních odstřelů, ale i během následného odtěžování horniny. Dalším záporným faktorem je narušování stability podloží a zvýšené seismické zatížení především v zastavěných oblastech.

Proti provádění trhacích prací mluví i zvýšená ekonomická náročnost takto prováděných staveb. Tyto zvýšené náklady jsou alespoň v dopravním stavitelství částečně kompenzovány získáním velice kvalitního materiálu, který lze s výhodou použít při budování násypů. Při vyrovnané bilanci zářezů a násypů lze takto ušetřit za nákup materiálů pro násypy, čehož bylo využito nejen při popisované stavbě, ale například i při budování průtahu Karlovými Vary nebo při budování komunikace spojující Chomutov a Křímov a následně s hranicí s Německou spolkovou republikou.

Při odstřelech je nutné dodržovat zvýšená bezpečnostní opatření vyplývající ze zvýšeného rizika při manipulaci s trhavinami a provádění trhacích prací.

Práce v takto ztížených podmínkách představují pro všechny účastníky výstavby zvýšené nároky na plánování, logistiku, ale i vlastní realizaci projektu.

## **Seznam použité literatury**

1. K. Trachta st.: Technický projekt těžebních odstřelů na akci přeložka silnice I/38 Mladá Boleslav - Debř - třída V. Klementa
2. Pragoprojekt a.s.: Realizační dokumentace stavby I/38 Mladá Boleslav Debř – tř. V. Klementa
3. Z. Kurel: Technologický postup trhacích prací velkého rozsahu na akci přeložka silnice I/38 Mladá Boleslav - Debř - třída V. Klementa
4. Z. Kurel: Technologický postup trhacích prací malého rozsahu na akci přeložka silnice I/38 Mladá Boleslav - Debř - třída V. Klementa
5. RNDr. B. Svoboda : Znalecký posudek č. 05/04 návrh trhacích prací pro odstřely na stavbě I/38 Ml. Boleslav Debř - tř. V. Klementa SO 101 přeložka silnice I/38 v km 2,880 - 4, 590
6. Prof. Ing.I. Gschwendt DrSc. a kolekti : Vozovky - materiály a technologie, Jaga group, v. o. s., Bratislava, 2001
7. Prof. Ing. J. Grygárek CSc., Prof. Ing. V. Kryl CSc. , Prof. Ing. V. Petroš CSc. , Doc. Ing. V. Hudeček CSc. : Základy hornictví, VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2004, 2. vydání
8. Prof. Ing. V. Kryl CSc., Ing. J. Jiskra Ph. D. : Technologie lomového dobývání uhelných ložisek, VŠB - Technická univerzita Ostrava, Sokolov, 2005, 1. vydání
9. Válek D., Mečíř R.: Hromadné odstřely v povrchových dolech a lomech. SNTL, Praha 1967
10. zákon č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství(horní zákon), ve znění pozdějších předpisů
11. zákon ČNR č. 61/1988 Sb., o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě, ve znění pozdějších předpisů
12. vyhláška ČBÚ č. 72/1988 Sb., o používání výbušnin, ve znění pozdějších předpisů
13. vyhláška ČBÚ č. 99/1995 Sb., o skladování výbušnin
14. vyhláška ČBÚ č. 26/1989 Sb., o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci a bezpečnosti provozu při hornické činnosti a při činnosti prováděné hornickým způsobem na povrchu, ve znění pozdějších předpisů

15. zákon ČNR č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě

16. vyhláška MD ČR č. 87/1994 Sb., kterou se provádí zákon o silniční dopravě



## **Seznam tabulek**

1. tab. č. 1.: maximální rychlosti kmitání při nichž nedojde k poškození ( nulové poškození dle ČSN 73040), dle: RNDr. B. Svoboda : Znalecký posudek č. 05/04 návrh trhacích prací pro odstřely na stavbě I/38 Ml. Boleslav Debř - tř. V. Klementa SO 101 přeložka silnice I/38 v km 2,880 - 4, 590

## **Seznam obrázků**

1. obr. č. 1.: použití textilie při zakrývání místa odstřelu, Archiv Strabag a. s.  
2. obr. č. 2.: provedení závěrných lavic, Archiv K. Trachta st.  
3. obr. č. 3.: vrtací souprava, Archiv Strabag a. s.  
4. obr. č. 4.: rypadlo Case, Archiv Strabag a. s.  
5. obr. č. 5.: damper Volvo, Archiv Strabag a. s.  
6. obr. č. 6.: buldozer CAT D6R, Archiv Strabag a. s.  
7. obr. č. 7.: těžba a odvoz horniny získané odstřelem, Archiv Strabag a. s.

## **Seznam příloh**

1. příl. č. 1.: interpretovaný seismický řez E - F, RNDr. B. Svoboda : Znalecký posudek č. 05/04 návrh trhacích prací pro odstřely na stavbě I/38 Ml. Boleslav Debř - tř. V. Klementa SO 101 přeložka silnice I/38 v km 2,880 - 4, 590

Rychlost kmitání pro obor frekvencí[m.s-1 ]			třída odolnosti objektu	druh základové půdy
f< 10 Hz	10 Hz ? f ? 50 Hz	f> 50 Hz	A	a
do 3	3 až 6	6 až 15	A	b, c
			B	a
6 ž 10	10 a 20	15 až 30	B	b
			C	a
8 až 15	15 až 30	20 až 40	C	b
			B	c
10 až 20	20 až 30	30 až 50	C	c
			D	a
15 až 25	25 a 40	40 až 70	D	b,c
			E	a
20 až 40	40 až 60	60 až 100	E	b,c
			F	a
30 až 50	50 až 100	100 až 150	F	b,c

tab. č. 1.: maximální rychlosti kmitání při nichž nedojde k poškození ( nulové poškození dle ČSN 73040)



obr. č. 1.: použití textilie při zakrývání místa odstřelu





obr. č. 2.: provedení závěrných lavic



obr. č. 3.: vrtací souprava





obr. č. 4.: rypadlo Case



obr. č. 5.: damper Volvo





obr. č. 6.: buldozer CAT D6R



obr. č. 7.: těžba a odvoz horniny získané odstřelem

příl. č. 1.: interpretovaný seismický řez E - F

# INTERPRETOVANÝ SEISMICKÝ ŘEZ E - F

